

BEST AVAILABLE COPY

B20  
B20

(54) METHOD AND APPARATUS FOR ETCHING

(11) 4-180222 (A) (43) 26.6.1992 (19) JP

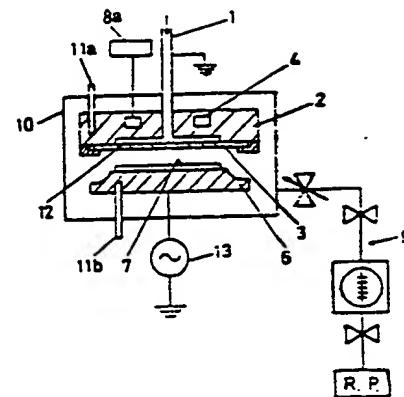
(21) Appl. No. 2-309052 (22) 15.11.1990

(71) ANELVA CORP (72) SUPIKA MASHIRO

(51) Int. Cl<sup>s</sup>. H01L21/302, C23F4/00

PURPOSE: To execute an etching operation whose reproducibility is good by a method wherein the temperature of a counter electrode is controlled to be by a definite temperature higher than the temperature of a substrate support electrode and the etching operation is executed.

CONSTITUTION: An upper-part electrode body 2 on which an upper-part electrode 3 has been installed and a lower-part electrode 6 on which a substrate 7 to be treated is to be placed are installed inside an airtight container 10. The lower-part electrode 6 is constituted as a substrate support electrode, and the upper-part electrode body 2 is constituted as a counter electrode. The upper-part electrode 3 is connected, via a pipe connected to a flow passage 4 circulated at the inside of the upper-part electrode body 2, to a temperature-adjusting mechanism 8a installed at the outside of the airtight container 10; and a coolant is controlled to a prescribed temperature and is circulated. In order to set the temperature of the upper-part electrode body 2 by a prescribed value higher than the temperature of the lower-part electrode 6 by using the temperature-adjusting mechanism 8a, platinum resistance thermometers 11a, 11b are installed at the upper-part electrode body 2 and the lower-part electrode 6; the temperature of the coolant circuated in the flow passage 4 is controlled on the basis of their output data; and the temperature difference between the upper-part electrode 3 and the lower-part electrode 6 is controlled to a definite value. Thereby, the reproducibility of an etching rate and a selective ratio are made good.



BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A) 平4-180222

⑫ Int. Cl.

H 01 L 21/302  
C 23 F 4/00

識別記号

厅内整理番号

C 7353-4M  
A 7179-4K

⑬ 公開 平成4年(1992)6月26日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全7頁)

⑭ 発明の名称 エッチング方法および装置

⑮ 特 願 平2-309052

⑯ 出 願 平2(1990)11月15日

⑰ 発明者 真白 すひか 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内

⑱ 出願人 日電アネルバ株式会社 東京都府中市四谷5-8-1

⑲ 代理人 弁理士 鈴木 正次

明細書

1. 発明の名称

エッチング方法および装置

2. 特許請求の範囲

1 気密容器内に処理ガスを導入し、気密容器内に對向させて設置した、基板支持電極と對向電極間で前記処理ガスをプラズマ化することにより、前記基板支持電極に支持した基板の表面をエッチングする方法において、前記對向電極の温度を基板支持電極の温度よりも一定の温度だけ高く制御してエッチングすることを特徴とするエッチング方法

2 對向電極の温度を、温度調節手段を介して制御する請求項1記載のエッチング方法

3 對向電極および基板支持電極の温度を、温度調節手段を介して制御する請求項1記載のエッチング方法

4 基板支持電極と對向電極の間隔は、1~50mmにする請求項1乃至3の何れか1項に記載のエッ

チング方法

5 気密容器内に、基板支持電極と對向電極が互いに對向して設置してあると共に、前記気密容器に真空排気系と、処理ガスを導入する為のガス導入系とが接続されたエッチング装置において、前記基板支持電極と對向電極に対して、對向電極側を基板支持電極側より一定の温度だけ高い温度に維持する為の温度調節手段が設置してあることを特徴とするエッチング装置

6 温度調節手段は、對向電極の冷媒流路に設置した請求項5記載のエッチング装置

7 温度調節手段は、對向電極および基板支持電極の冷媒流路に設置した請求項5記載のエッチング装置

8 基板支持電極と對向電極の間隔は、1~50mmに設定した請求項5乃至7の何れか1項に記載のエッチング装置

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、気密容器内で對向させた電極間で

# BEST AVAILABLE COPY

特開平4-180222(2)

処理ガスをプラズマ化することによって、半導体ウエハーその他の基板の表面をエッチングする方法および装置に関する。

## (従来の技術)

近年、半導体素子の高集積化が進むに従い、廃液処理などの公害問題を招く恐れがなく、又、微細パターンを高精度で再現性良く形成することができるこを理由として、ガスプラズマ中の反応成分を利用した前記の如くのプラズマエッチング方法および装置が注目されている。

この方法におけるプラズマエッチング装置は、真空ポンプに連結した気密容器内の下方に例えばアルミニウムなどの金属電極（下部電極）が設けられ、この金属電極と対向する上方にカーボン製電極板を備えた例えはアルミニウムなどの金属電極（上部電極）が設けられ、両電極間にrf電源を接続して構成されている。前記金属電極上に被処理基板を載置して各電極間にrf電源から電力を印加すると同時に、所定の処理ガスを上記気密容器内に満たすと、処理ガスが対向させた電極

間でプラズマ化され、このプラズマ化した処理ガスにより上記被処理基板、例えば半導体ウエハーの表面をエッチングするものである。

この種の装置においては、被処理基板を載置した下部電極を温度調節することにより、下部電極上に設置された半導体ウエハーを冷却し、エッチング中の温度上昇により半導体ウエハーに形成したパターンにダメージが発生することを防止する技術が一般的である。

さらにまた例えは、特開昭62-12129号公報においては上部電極も下部電極と同一温度に温度調節する事により、処理ガスをプラズマ化したために生ずるミスト化した処理ガスや反応生成物が下部電極上に載置された半導体ウエハーを汚染することを防ぐ技術が開示されている。また、特開平1-275784号公報においては上部電極に別系統の温度調節を設けることにより熱膨脹係数の異なる材質で構成された上部電極（カーボン製電極板とアルミニウム製電極体）にひび割れが発生しないように上部電極を低温に保つ技術が

開示されている。

## (発明が解決しようとする課題)

しかしながら上記従来の技術では、上部電極の温度調節を行わないのが一般的であり、温度調節を行う技術においても下部電極の温度とは無関係に上部電極の温度調節が行われていた為に、上部電極と下部電極との間の温度差が変動し、この結果、被処理基板に対するエッチング速度の変動や、被処理基板上の薄膜と、下地基板およびそれらの上にパターンを形成するフォトレジストとの選択比の変動を招くという問題点があった。また処理ガスをプラズマ化したことによりミスト化した処理ガスや反応生成物はプラズマが接触する部分のうち温度がもっとも低いところに付着する性質を持つため、上部電極と下部電極との温度差に変動がある場合にはそれらの付着する場所や付着量が変化し、気密容器内のクリーニングの周期が定まらないという問題点があった。また更に、下部電極と上部電極との温度差は一定であっても、上部電極の温度の方が下部電極の温度よりも低かった

り、同一もしくは高くても温度差が小さすぎる場合には下地基板及びフォトレジストとの選択性が低下し、これを防ぐためには、いちいち被処理基板設置電極（下部電極）の設定温度に合わせて処理ガスの種類や流量を選択性の高くなる条件側に変更する必要が生じ、作業が煩瑣である上、そのような条件下では一般に反応生成物の生成量が多いため電極やそのほかの部品がミスト化した反応生成物により汚染され易く装置のメンテナンス性が低下するという問題があった。

さらに、被処理基板設置電極（下部電極）を冷却することにより半導体ウエハー表面に形成されたパターンにダメージが生ずることを防止する場合には、逆に上部電極との温度差が聞きすぎて被処理基板設置電極側にミスト化した処理ガスや反応生成物が集中し、これによって半導体ウエハーの汚染が発生する問題があった。このような問題を避けるためには、処理ガス種、流量等のエッチング条件をいちいち被処理基板設置電極の設定温度に合わせて調節する必要が生じ、前記と同様、

特開平4-180222 (3)

作業が煩瑣となる問題点があった。

この発明は以上のような問題点に対処してなされたもので、上部電極と下部電極との間の温度差を一定値に保ち、かつ上部電極の温度を下部電極の温度よりも高く設定することによりエッチング速度や選択比の変動がなく、クリーニング周期の一定した再現性の良いエッチングを可能とする方法および装置を提供することを目的とするものである。

(課題を解決する為の手段)

上記の目的を達成するこの発明のエッチング方法は、気密容器内に処理ガスを導入し、気密容器内に對向させて設置した基板支持電極と対向電極間で前記処理ガスをプラズマ化することにより、前記基板支持電極に支持した基板の表面をエッチングする方法において、前記対向電極の温度を基板支持電極の温度よりも一定の温度だけ高く制御してエッチングすることを特徴としている。

前記対向電極の温度は、基板支持電極の温度よりも 10~70℃ 高い温度に制御するのが望まし

く、対向電極の温度を、温度調節手段を介して制御したり、対向電極および基板支持電極の温度を温度調節手段を介して制御することによって所望の温度に維持する。

又、上記の目的を達成するこの発明のエッチング装置は、気密容器内に基板支持電極と対向電極が互いに對向して設置してあると共に、前記気密容器に真空排氣系と、処理ガスを導入する為のガス導入系とが接続されたエッチング装置において、前記基板支持電極と対向電極に対して、対向電極側を基板支持電極側より一定の温度だけ高い温度に維持する為の温度調節手段が設置してあることを特徴としている。

前記温度調節手段は、対向電極の冷媒流路に設置したり、対向電極および基板支持電極の冷媒流路に設置して構成される。

尚、上記エッチング方法又は装置において、基板支持電極と対向電極の間隔は  $1\text{ mm} \sim 50\text{ mm}$  に設定するのが望ましい。  $1\text{ mm}$  未満では、基板支持電極に基板を支持するのが困難である一方、  $50\text{ mm}$

を超えると電極間におけるプラズマの密度を周囲の密度より高くするのが難しくなる為である。

(作用)

この発明においては、基板支持電極の温度よりも、それに対向させた対向電極の温度が一定の温度だけ高くなるように制御することにより、常時両電極間の温度差が一定し、かつ前記対向電極の方が高い温度の状態で半導体ウエハー等の基板のエッチング処理を行うことが可能である。

すなわち、対向電極の温度を基板支持電極温度よりも一定値だけ高くなるような温度調節を行うことにより、エッチング速度や選択比の再現性が良好になる。またミスト化した処理ガスや反応生成物の付着する場所やそれらの付着物の堆積速度も安定であるためクリーニング周期を容易に定めることができる。

さらに基板支持電極を冷却することにより半導体ウエハーの表面に形成されたバクーンにダメージがでることを防止する場合でも両電極間の温度差が適当な値に保たれるため基板支持電極側にミ

スト化した処理ガスや反応生成物が集中することがないので半導体ウエハーの汚染を防止することができる。また、圧力、印加電力に対し、一定のエッチング速度、選択比が得られる。

(実施例)

第1図はこの発明の第1の実施例の装置の構成を示す。第1図において、排氣系9を備えた気密容器10内に上部電極3を設けた上部電極体2と被処理基板、例えば半導体ウエハー7を載置するための下部電極6が設けられ、下部電極6が基板支持電極、上部電極体2が対向電極として構成してある（電極間隔は  $50\text{ mm}$  に設定した）。上部電極3は高密度カーボン製で、この上部電極3は上部電極体2に電気的に接触を保ってとりつけてある。上部電極3は、上部電極体2の内部に循環する流路4が形成され、この流路4に接続した配管（図示せず）を介して気密容器10の外部に設けられた温度調節機器8aと接続し、冷媒、例えば不凍液と水との混合物を所定の温度に調節して循環させることができている。この温度調節

# AVAILABLE COPY

特開平4-180222 (4)

機構 8 a により上部電極体 2 の温度を下部電極 6 よりも一定値だけ高い温度に設定する為に、温度センサとして、白金測温抵抗体 1 1 a、1 1 b が上部電極体 2 および下部電極 6 に設けられ、これらの出力データに基づいて前記流路 4 を循環する冷媒の温度を制御して、上部電極 3 と下部電極 6 との温度差を一定の値に制御することが可能となっている。

気密容器 1 0 内に導入する処理ガスは上部電極 2 の中心を貫通するように、上部電極体 2 と上部電極 3 との接触部分の内側に設けたガス溜り 1 2 に至るガス供給管 1 を通して供給可能としてある。

前記上部電極 3 には処理ガスを気密容器 1 0 の内部に均等に拡散するよう複数の開孔を略全面に設けてあるもので、供給された処理ガスは上部電極 3 を通して気密容器 1 0 内に充満するようになっている。

下部電極 6 には高周波電源 1 3 が接続され、この高周波電源 1 3 より上部電極 3 と下部電極 6 と

の間に周波数、例えば 13.56 MHz の高周波電力を印加することが可能としてある。

上記のように構成したエッティング装置で処理を行う場合、あらかじめ上部電極の温度調節機構 8 a により、下部電極の温度センサである白金測温抵抗体 1 1 b から出力される下部電極 6 の温度よりも一定値、例えば 30 °C 高い温度になるように上部電極体 2 内部の流路 4 を循環する冷媒の温度を制御しておき、次に搬送機構（図示せず）により半導体ウエハー 7 を搬送して下部電極 6 上に載置する。

上記の動作中、気密容器 1 0 内は排気系 9 で排気しておき、その後、気密容器 1 0 内を 2 ~ 3 Torr に保つ如く排気制御しながら処理ガス、例えば CHF<sub>3</sub> ガス 50 sccm や O<sub>2</sub> ガス 10 sccm とキャリアガス 100 sccm 等をガス供給源よりマスクローコントローラー（図示せず）で流量制御を行いつつ、ガス供給管 1 を介してガス溜り 1 2 へ導入する。導入された処理ガスは上部電極体 2 に設けられた複数の開孔より半導体ウエハー 7 上に流

出する。これと同時に、高周波電源 1 3 より上部電極 3 と下部電極 6 との間に高周波電力を印加して上記処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスにより上記半導体ウエハー 7 の表面を、例えば異方性エッティングする。このとき高周波電力の印加により上部電極 3 及び下部電極 6 の温度が上昇するが、下部電極 6 に埋設した白金測温抵抗体 1 1 b と上部電極 3 に埋設した白金測温抵抗体 1 1 a からの出力データに基づいて上部電極 3 内部に形成された流路 4 に電極温度調節機構 8 a で温度制御された冷媒が流通するので、上部電極 3 は下部電極 6 よりも所望する一定の温度だけ高い温度となるように温度制御される。

第 2 図は本発明の第 2 の実施例の構成を示す。図中 8 b は下部電極 6 に対する温度調節機構であり、下部電極 6 に設けた流路 5 を循環する冷媒の温度を制御できるようにしてある。その他の構成は第 1 の実施例と同様であるので、同一の符号を付してある。尚、白金測温抵抗体 1 1 a、1 1 b は設置していない。

このように構成したエッティング装置で処理を行うには、前記第 1 の実施例と同様にして気密容器 1 0 内に処理ガスを導入し、高周波電力を上部電極 3 と下部電極 6 との間に印加して処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した反応ガスにより下部電極 6 上に載置された半導体ウエハー 7 の表面を、例えば異方性エッティングする。このとき高周波電力の印加により下部電極 6 の温度も高温となるため、この半導体ウエハー 7 の表面に形成されているフォトレジストパターンを熱破壊し、不良を発生させてしまう場合がある。この実施例ではそのようなフォトレジストのダメージを防止するべく下部電極 6 にも上部電極体 2 と同様に、下部電極 6 の内部に形成された流路 5 に対して別系統の温度調節機構 8 b が設けてあり、この温度調節機構 8 b から温度制御された冷媒を流して下部電極 6 の冷却を行う。この実施例においてはエッティング処理圧力、処理ガス、高周波電力、一回の処理に要する時間等の条件が一定に定まっているとき、上部電極 3 及び下部電極 6 の温度上昇特性

特開平4-180222(5)

をあらかじめ測定しておき、次にこの測定データに基づいて上部電極3と下部電極6との間に所望する温度差が生じるように上部電極の温度調節機構8aにより上部電極3の内部に形成された流路4に流す冷媒の温度の制御を行い、これと同時に下部電極の温度調節機構8bにより下部電極6の内部に形成された流路5に流す冷媒の温度の制御を行う。このようにすることによって、高周波電源13の接続された電極、実施例では下部電極6の内部に白金測温抵抗体11bを設置する必要はなくなり、しかも第1の実施例と同様に上部電極3が下部電極6よりも所望する一定の温度だけ高い温度になるように制御することができる。

以上のような実施例により、例えば下部電極6に比べ上部電極3の方が30°Cだけ高い温度を常に保った場合の効果を第3図に示した。第3図において曲線14、15はエッティング速度の被処理基板数依存性で、曲線14は実施例により下部電極の方が上部電極よりも30°C高い状態を保った場合、曲線15は従来の上部電極と下部電極との

温度差が連続して処理を行なううちに変動していく場合を示している。実施例によれば、エッティング速度を略一定に維持することができた。曲線16、17は基板と被エッティング膜との選択比の被処理基板数依存性で、曲線17は実施例により下部電極の方が上部電極よりも30°C高い状態を保った場合、曲線16は従来の上部電極と下部電極との温度差が、連続して処理を行なううちに変動していく場合を示している。選択比についても略一定に維持することができた。従来、上部電極への熱の蓄積によって上部電極の温度上昇が生じ、下部電極との温度差が処理基板数の増加につれて連動する（増加）ような場合、すなわち第3図における曲線15、16に比べ、第3図の曲線14、17に示すようにエッティング速度及び選択比の再現性は格段に向上升する。

また、エッティング速度、選択比等のエッティング特性は処理ガス種、処理ガス流量、処理圧力、印加電力等の条件のみならず、上部電極と下部電極との温度差によっても第4図に示すように大きく

変化する。第4図において曲線18は被エッティング膜のエッティング速度、曲線19は被エッティング膜と基板との選択比、曲線20は被エッティング膜とフォトレジストとの選択比を、夫々上部電極と下部電極との温度差との関係で示している。処理ガス種、処理ガス流量、処理圧力、印加電力等の条件を決めれば、前記実施例により上部電極と下部電極の温度差を一定に保つことにより、下部電極の温度に関わらずエッティング特性は一意的に決まることになり有効である。また上部電極と下部電極とで上部電極の方が高い温度であるほど被エッティング膜と基板やフォトレジストとの選択比が高くなる性質を利用して、より適切な温度差が生じる様に下部電極に対して上部電極の温度を制御することによって、温度以外の処理条件を変えずに所望するエッティング特性を得ることが可能である。第4図において「エッティングしない領域」は、エッティング処理ができない条件の領域を示すものである。

尚、上記実施例では下部電極に高周波電源を接

続するものとして説明したが、高周波電源は上部電極側に設けても良い。

また、上記実施例では上部電極及び下部電極の温度調節手段に冷媒を使用した場合を説明したが、これに限定するものではなく、例えばペルチェ効果素子を用いた温度調節手段でも同様な効果を得ることができる。

また上記の実施例では、下部電極を被処理基板の支持電極として説明したが、これに限定するものではなく、例えば電極を縦方向に設置した筐型の装置でも同様の効果を得ることができる。

また、上記実施例では被処理基板として半導体ウエハーを例に挙げて説明したが、これに限定するものではなく、例えばLCD基板についても同様な効果が得られる。

以上述べたように上記の実施例によれば被処理基板を支持する電極の温度よりも、それに対向する電極の温度が一定温度だけ高くなるように対向電極を温度調節することによりエッティング速度や選択比の変動がない、再現性の良いエッティング処

特開平4-180222(6)

理が可能になる。又、装置のクリーニング周期も一定になりメンテナンス性も向上する。また、被処理基板の支持電極を冷却してウェハー表面に形成されたパターンの熱によるダメージの発生を防ごうとする場合にも被処理基板の支持電極と対向電極との温度差が最適値を保つよう対向電極を温度調節する事ができるので、被処理基板の支持電極への反応生成物やミスト化した反応ガスの集中による被処理基板の汚染を防止することができる。

## (発明の効果)

以上説明したようにこの発明によれば、被処理基板の支持電極の温度よりもそれに対向する電極の温度を一定の温度だけ高くなるよう対向電極を温度調節するようにしたので、エッチング速度や選択比の再現性を良好にすることができます。

又、装置のクリーニング周期を一定にしてメンテナンス性を向上できる効果がある。基板支持電極の温度調節も行うようにすれば、被処理基板のダメージを回避できる効果がある。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の第1の実施例の装置の構成図、第2図はこの発明の第2の実施例の装置の構成図、第3図は実施例における被処理基板枚数とエッチング速度および基板との選択比の関係を示すグラフ、第4図は実施例における上部電極と下部電極の温度差とエッチング速度および選択比の関係を示すグラフである。

- |                 |         |
|-----------------|---------|
| 1…ガス供給管         | 3…上部電極  |
| 4、5…流路          | 6…下部電極  |
| 8a、8b…温度調節機構    |         |
| 9…排気系           | 10…気密容器 |
| 11a、11b…白金測温抵抗体 |         |
| 13…高周波電源        |         |

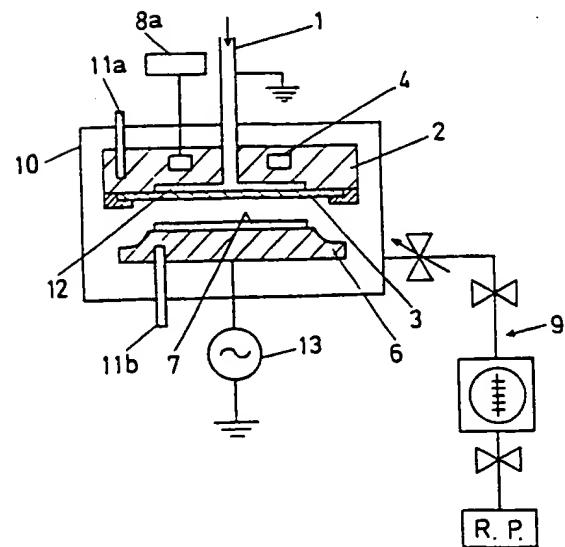
特許出願人

日電アネルバ株式会社

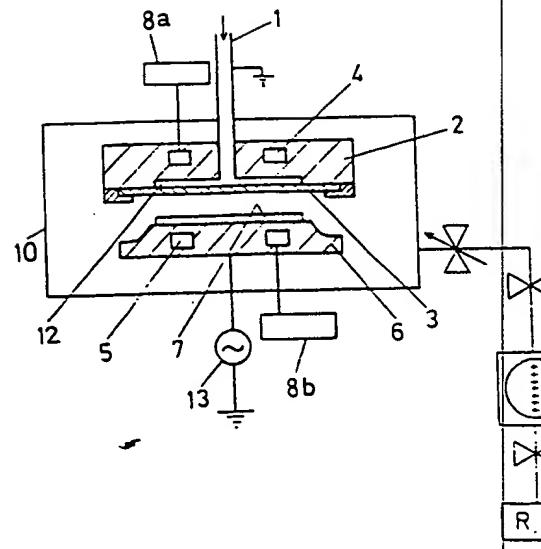
代理人

鈴木 正次

第1図



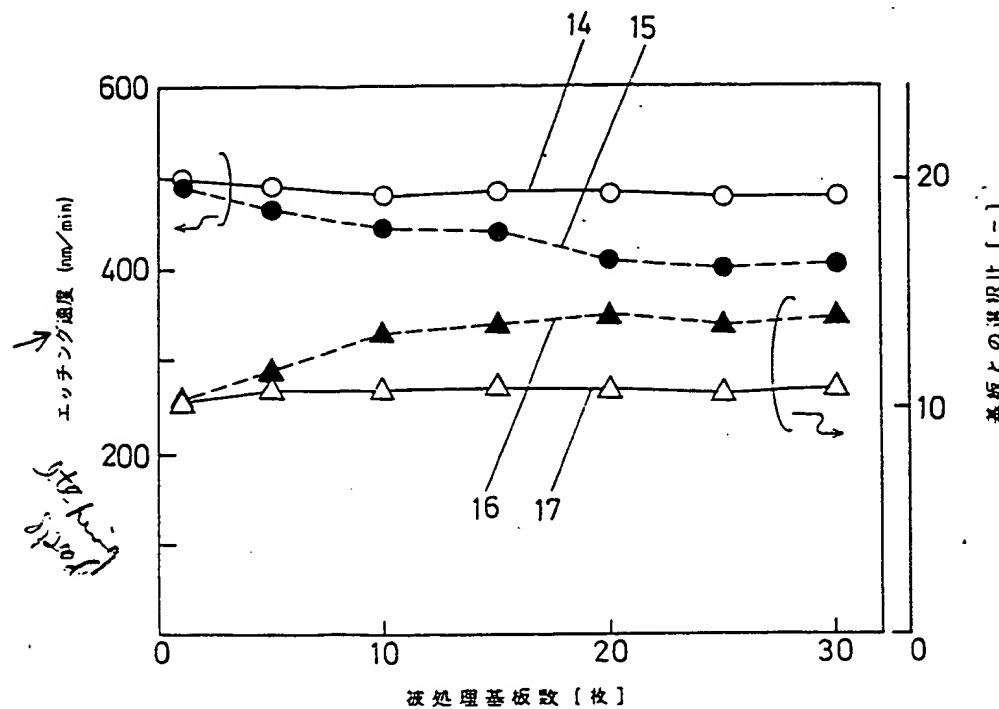
第2図



BEST AVAILABLE COPY

特開平4-180222(7)

第3図



基板との選択比 [-]  
Selectivity  
between  
board  
and  
etching  
agent

第4図

